

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-073663  
(43)Date of publication of application : 26.03.1993

(51)Int.CI. G06F 15/62  
G06F 15/70

(21)Application number : 03-235884 (71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

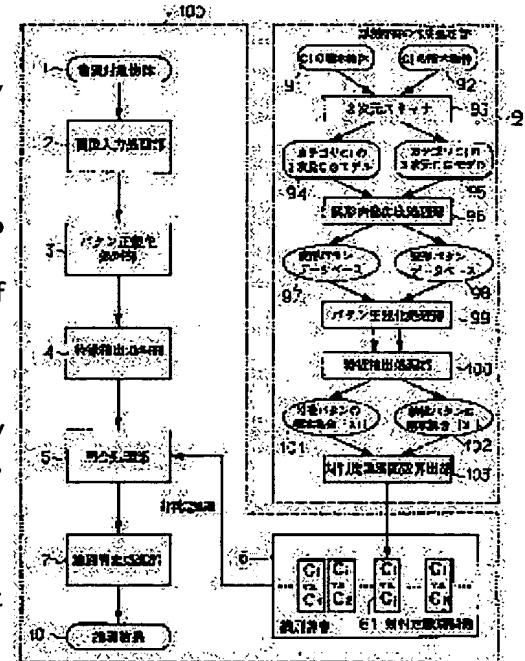
(22)Date of filing : 17.09.1991 (72)Inventor : AKAMATSU SHIGERU  
MASUI NOBUHIKO  
SASAKI TSUTOMU  
SUENAGA YASUHITO

## (54) RECOGNITION METHOD FOR PICTURE OF THREE-DIMENSIONAL OBJECT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To recognize a robust picture by absorbing the pattern fluctuation of the input picture, which possibly occurs owing to the change of a condition such as the deformation of an identification object.

**CONSTITUTION:** In the picture recognition method of the three-dimensional object, which is to decide a category to which the identification object belongs by an identification judgement processing by the collation processing result of the feature pattern of the identification object 1 and an identification dictionary 6, a pair judgement identification function is prepared for the identification dictionary 6 in accordance with an arbitrary category pair in the category being the object of identification. In a collation processing, it is discriminated to which category the identification object 1 is nearer between two categories constituting the category pair. In an identification judgement processing, the category to which the identification object 1 belongs is synthetically judged and decided to plural category pairs which are previously registered based on a collation processing result.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-73663

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup> G 0 6 F 15/62 15/70	識別記号 4 1 5 4 5 0	序内整理番号 9287-5L 9071-5L	F I	技術表示箇所
--	------------------------	------------------------------	-----	--------

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平3-235884	(71)出願人 000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22)出願日 平成3年(1991)9月17日	(72)発明者 赤松 茂 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
	(72)発明者 増井 信彦 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
	(72)発明者 佐々木 努 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
	(74)代理人 弁理士 秋田 収喜 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 3次元物体の画像認識法

(57)【要約】

【目的】 識別対象物体の変形等の条件の変化によって起これ得る入力画像のパターン変動を吸収し、ロバストな画像認識を可能にする。

【構成】 識別対象物体の特徴パターンと識別辞書との照合処理結果により、識別対象物体が所属するカテゴリを識別判定処理によって決定する3次元物体の画像認識法において、識別辞書には、識別対象カテゴリの中の任意のカテゴリ対に対応して対判定識別閾数を用意し、照合処理では、識別対象物体の特徴パターンを前記対判定識別閾数にそれぞれ代入して得られる値によって、識別対象物体が該カテゴリ対を構成する2つのカテゴリの内でいずれに近いかを判別し、識別判定処理では、あらかじめ登録された複数のカテゴリ対に対して、照合処理結果を基に識別対象物体の所属するカテゴリを総合的に判断して決定する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 識別対象物体の画像入力処理によって得られた入力パターンについて、画像濃度分布、対象物体の位置、大きさ等に関する正規化処理を行って正規化パターンを求め、さらに該正規化パターンに対する特徴抽出処理を行って特徴パターンを求め、該特徴パターンと識別辞書との照合処理を行い、該照合処理の結果を用いた識別判定処理によって識別対象物体の所属するカテゴリを決定する3次元物体の画像認識法において、前記識別辞書には、識別対象カテゴリの中の任意のカテゴリ対に対応して対判定識別関数を用意しておき、前記照合処理では、識別対象物体の特徴パターンを任意のカテゴリ対について用意された前記対判定識別関数にそれぞれ代入して得られる値によって、識別対象物体が該カテゴリ対を構成する2つのカテゴリの内でいずれに近いかを判別する対判定処理を行い、前記識別判定処理では、あらかじめ登録された複数のカテゴリ対に対して前記照合処理によって得られた対判定処理の結果から、識別対象物体の所属するカテゴリを総合的に判断して決定することを特徴とする3次元物体の画像認識法。

【請求項 2】 前記識別辞書に格納される任意のカテゴリ対に対応した対判定識別関数は、その識別辞書作成処理において、任意のカテゴリ対を成す2つのカテゴリ  $C_i, C_j$  にそれぞれ属する3次元物体の任意の標本物体について、3次元物体の表面の形状と色を同時に計測できる3次元スキャナを用いて標本物体の3次元コンピュータグラフィックスモデルを計測し、この計測した3次元コンピュータグラフィックスモデルを原データとして、コンピュータグラフィックスを用いた画像生成処理によって3次元空間中のある視点から標本物体を眺めた時に得られる2次元画像を前記2つのカテゴリの標本物体についてそれぞれ作成し、その際には3次元コンピュータグラフィックスモデルに与える変形パラメータ、および標本物体の2次元画像を生成する時の姿勢条件、視点の位置、照明条件等を定める画像生成パラメータを、一定の制御に基づいて変化させながら画像生成処理を繰り返すことによって、前記2つのカテゴリ  $C_i, C_j$  の標本物体についての多様な変動要因を反映した多数の2次元画像からなる変形パターンデータベースを用意し、さらに前記2つのカテゴリ  $C_i, C_j$  の変形パターンデータベースに含まれる各画像パターンに対して、前記正規化処理ならびに特徴抽出処理を適用することによって、該2つのカテゴリ  $C_i, C_j$  の特徴パターンの標本集合  $\{X_i\}, \{X_j\}$  を用意し、該2つの標本集合  $\{X_i\}, \{X_j\}$  を対象とした統計解析に基づいて、任意の特徴パターン  $X$  の入力に対して、この特徴パターン  $X$  がカテゴリ  $C_i, C_j$  の2クラスのいずれに属するかを判別するのに有効な関数値を与えるような関数として求めたものであることを特徴とする請求項1記載の3次元物体の画像認識法。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、形状や表面テクスチャの違いによって3次元物体の所属カテゴリを識別する3次元物体の画像認識法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】画像情報を用いて3次元物体の識別を行う場合、例えば、顔画像による個人識別を行う場合、対象の所属カテゴリの変化を伴わない物体の形状やテクスチャの変形、観測視点に対する対象物体の姿勢もしくは視点位置の変化、あるいは、対象物体の画像入力時の照明条件などによって、本来は同一のカテゴリに属する対象物体の入力画像に対して生じる様々なパターンの変動を吸収する必要がある。

【0003】そこで、このような同一カテゴリ内のパターン変動を識別処理の過程で吸収するため、従来、次のような画像認識法が用いられている。

【0004】図4は従来の画像認識法を適用した画像認識システムのブロック構成図であり、識別対象物体1の画像入力処理部2、パターン正規化処理部3、特徴抽出処理部4、照合処理部5、識別辞書6、識別判定処理部7とから構成されている。

【0005】この構成にあっては、まず、識別辞書6が識別辞書作成処理8によって作成される。すなわち、識別辞書作成処理8においては、任意のカテゴリ  $C_i$  の対象物体の学習サンプル画像80をパターン正規化処理部81に入力し、ここで、入力パターンにおける対象物体の位置、大きさ、濃淡レベル等の変動を吸収する正規化処理を行い、その結果得られた正規化パターンを特徴抽出処理部82に入力し、ここで識別に用いる特徴パターンを抽出するが、この際に、この正規化処理、および、特徴抽出処理のいずれの段階においても吸収できない変動をもつ代表的な変形パターンを複数個選び、これらから得られた特徴パターンを当該カテゴリ  $C_i$  に帰属するサブカテゴリ  $C_{i1}, C_{i2} \dots C_{in}$  を代表とする標準パターン60として、識別辞書6に登録する。

【0006】そして識別の段階では、識別対象物体1の画像を画像入力処理部2から入力し、この識別対象物体1の入力パターンをパターン正規化処理部3において前記と同様の正規化処理を行い、さらにその正規化パターンを特徴抽出処理部4に入力し、特徴抽出処理を行い、その結果得られた特徴パターンと、識別辞書6に登録された各サブカテゴリの標準パターン60との照合処理を照合処理部5で行い、それぞれのサブカテゴリの標準パターン60との間のパターン間距離を求める。

【0007】その結果、例えば、サブカテゴリ  $C_{ik}$  の標準パターン60が入力パターンとの最小パターン間距離を有するものであったとき、識別判定処理部7においてはサブカテゴリ  $C_{ik}$  が帰属しているカテゴリ  $C_i$  を、識別対象物体1の入力パターンに対する識別結果として選択出力する。

【0008】このように従来の画像認識法は、各カテゴリ毎に、予想される変形パターンの中で代表的なものをそれぞれ独立したサブカテゴリとして登録し、そのサブカテゴリを対象として得られた識別結果をカテゴリレベルに統合することによって、同一カテゴリ内のパターンの変動を吸収し、安定なクラス識別結果を得ようとするものである。

【0009】一般に、入力画像から対象物体の幾何学的特徴点あるいは輪郭線のようなより高次のものを含む特徴を抽出し、入力パターンと識別辞書に登録された標準パターンとの間で、これらの特徴の対応付けを行い、両者の類似性を定量化することで識別を行う物体認識方式においては、入力パターンの連続的な変動の多くは対象物体の特徴の幾何学的な変形として表現される。それらの変動は対応付けの過程でパターン間距離に反映されることが容易であるので、パターンの多様な変動に対して比較的少数の変形パターンを用いてカテゴリを代表させることができる場合が多い。従って、パターン変動の吸収に関する上記の従来の手法は、ある程度の有効性が期待できるものと考えられる。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、人物の顔を識別する場合のように、全体的にはほぼ共通する構造をもつ対象物体について、その複雑な形状やテクスチャのごく微妙な差によってカテゴリの違いを識別しなければならないような物体の画像認識においては、識別に有効な情報として、幾何学的特徴点、エッジ、輪郭線といった対象物体の局所的形状を表す特徴を、入力画像から安定、かつ、充分な精度で抽出することは困難である。

【0011】そこで、そのような対象物体の画像認識を行う方法として、入力画像について一定の正規化処理を行った正規化パターンの画像全体の濃淡分布を直接的に、あるいは、その正規化パターンをより変動の影響を受けにくい特徴空間にいったん変換することで得られる特徴パターンを対象に、各カテゴリの標準パターンとの間のパターンマッチングを行うという方法が一般的となってきたている。

【0012】例えば、正面顔画像の個人識別について、このような濃淡画像のマッチングをベースとする方法として、文献“KL展開によるパターン記述法の顔画像識別への応用の評価”（電子情報通信学会技術報告、P R U 90 152、1991年3月、赤松、佐々木、深町、末永）にその一例が示されている。

【0013】ところが、この文献で示されているように、対象画像の濃淡情報分布を直接または間接に特徴パターンとする方法では、照明の照射方向等の照明条件変動の影響を受けやすく、さらに対象物体自身の変形、姿勢の変化、視点位置の変化等が加わると、同一カテゴリ内の特徴パターンのとりうる変動はきわめて多岐にわたってしまう。

【0014】従って、識別対象の入力画像に関して予想される変動条件の全てをカバーするように、代表的な変形パターンを用意し、それらを個々に識別辞書にサブカテゴリとして登録するという前記の方法は、認識システムの識別辞書に必要とする記憶容量、ならびに、マッチングに要する処理時間の点でも、また、学習サンプルとして多数の変形パターンを用意しなければならないという実際的な観点からも、困難となる場合が多い。

【0015】本発明は、前記の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、識別対象物体の変形、姿勢の変化、観測する視点位置の変化、照明条件の変化によって起こり得る入力画像のパターン変動を吸収し、ロバストな画像認識を可能とする3次元物体の画像認識法を提供することにある。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明は、識別対象物体の画像入力処理によって得られた入力パターンについて、画像濃度分布、対象物体の位置、大きさ等に関する正規化処理を行って正規化パターンを求め、さらに該正規化パターンに対して特徴抽出処理を行って特徴パターンを求め、該特徴パターンと識別辞書との照合処理を行い、該照合処理の結果を用いた識別判定処理によって該識別対象物体の所属するカテゴリを決定する3次元物体の画像認識法において、前記識別辞書には、識別対象カテゴリの中の任意のカテゴリ対に対応して対判定識別関数を用意しておき、前記照合処理では、識別対象物体の特徴パターンを任意のカテゴリ対について用意された前記対判定識別関数にそれぞれ代入して得られる値によって、識別対象物体が該カテゴリ対を構成する2つのカテゴリの内にいずれに近いかを判別する対判定処理を行い、前記識別判定処理では、あらかじめ登録された複数のカテゴリ対に対して前記照合処理によって得られた対判定処理の結果から、識別対象物体の所属するカテゴリを総合的に判断して決定する、ことを主要な特徴とする。

【0017】そして、前記の識別辞書に格納される任意のカテゴリ対に対応した対判定識別関数は、その識別辞書作成処理において、任意のカテゴリ対を成す2つのカテゴリ  $C_i, C_j$  にそれぞれ属する3次元物体の任意の標本物体について、3次元物体の表面の形状と色を同時に計測できる3次元スキャナを用いて該標本物体の3次元コンピュータグラフィックスモデル（以下、3次元CGモデル）を計測し、該3次元CGモデルを原データとして、コンピュータグラフィックスを用いた画像生成処理によって3次元空間中のある視点から該標本物体を眺めた時に得られる2次元画像を前記2つのカテゴリの標本物体についてそれぞれ作成し、その際には3次元CGモデルに与える変形パラメータ、および、該標本物体の2次元画像を生成する時の姿勢条件、視点の位置、照明条件等を定める画像生成パラメータを、一定の制御に基づ

いて変化させながら画像生成処理を繰り返すことによって、前記2つのカテゴリ*C<sub>i</sub>*、*C<sub>j</sub>*の標本物体についての多様な変動要因を反映した多数の2次元画像からなる変形パターンデータベースを用意し、さらに前記2つのカテゴリ*C<sub>i</sub>*、*C<sub>j</sub>*の変形パターンデータベースに含まれる各画像パターンに対して、前記正規化処理ならびに特徴抽出処理を適用することによって、該2つのカテゴリ*C<sub>i</sub>*、*C<sub>j</sub>*の特徴パターンの標本集合{*X<sub>i</sub>*}、{*X<sub>j</sub>*}を用意し、前記2つの標本集合{*X<sub>i</sub>*}、{*X<sub>j</sub>*}を対象とした統計解析に基づいて、任意の特徴パターン*X*の入力に対して、該特徴パターン*X*がカテゴリ*C<sub>i</sub>*、*C<sub>j</sub>*の2クラスのいずれに属するかを判別するのに有効な閾数値を与えるような識別閾数を求めたものであることを特徴とする。

## 【0018】

【作用】前述の手段によれば、対象画像の濃淡情報分布を直接または間接に特徴パターンとする認識法において、照明の照射方向等の照明条件の変化、対象物体自身の変形、対象物体の姿勢の変化あるいは視点位置の変化によって予想される同一カテゴリ内の特徴パターンの多岐にわたる変動についても、その変動の範囲をほぼ完全にカバーする変形パターンの標本集合を学習サンプルとして用意することが容易となる。また、任意のカテゴリ対に対して、2つの変形パターンデータベースの間を2クラスに分離する対判定識別閾数を求めるようにしたことにより、個々の変形パターンを個別のサブカテゴリの標準パターンとして登録する従来の方法よりも、識別辞書に必要な記憶容量やマッチングに必要な処理時間の削減が可能となるというメリットがある。さらに、標本物体の形状と色情報を同時に計測可能な3次元スキャナを用いて計測する3次元CGモデルの測定誤差や、3次元CGモデルから2次元画像を生成する際の計算精度に応じて、変形パターンデータベースの画像品質は、標本物体を実際に様々な入力条件のもとで撮影して得られた画像とは微妙な点で異なるものとなる場合も多いが、ここで識別閾数の設計は、2つのカテゴリのペアについて両者の間の差に着目して行うようにしていることにより、3次元CGモデルから生成された学習サンプルと実写によるテストサンプルの間の画質の差の影響を受けにくい識別辞書を作成することが可能になる。

## 【0019】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

【0020】図1は、本発明を適用した画像認識システムの一実施例を示すブロック図である。

【0021】図1において、1は任意の識別対象物体、2は画像入力処理部、3はパターン正規化処理部、4は特徴抽出処理部、5は照合処理部、6は識別辞書、7は識別判定処理部、10は識別結果、61は識別辞書6に格納された複数の対判定識別閾数の一つで、カテゴリ*C<sub>i</sub>*と*C<sub>j</sub>*の間の対判定を行うための対判定識別閾数である。

る。

【0022】9は識別辞書6に格納される対判定識別閾数61を求める識別辞書作成処理部であり、カテゴリ*C<sub>i</sub>*の学習サンプルから選ばれた標本物体91、カテゴリ*C<sub>j</sub>*の学習サンプルから選ばれた標本物体92、3次元スキャナ93、該標本物体91を3次元スキャナ93で計測して得られる3次元CGモデル94、標本物体92を3次元スキャナ93で計測して得られる3次元CGモデル95、変形画像生成処理部96、カテゴリ*C<sub>i</sub>*の物体の2次元画像から構成される変形パターンデータベース97、カテゴリ*C<sub>j</sub>*の物体の2次元画像から構成される変形パターンデータベース98、パターン正規化処理部99、特徴抽出処理部100、カテゴリ*C<sub>i</sub>*の変形パターンデータベース97に含まれる各パターンについて得られた特徴パターンの標本集合{*X<sub>i</sub>*}101、カテゴリ*C<sub>j</sub>*の変形パターンデータベース98に含まれる各パターンについて得られた特徴パターンの標本集合{*X<sub>j</sub>*}102、対判定識別閾数算出処理部103から成っている。

【0023】次に、この画像認識システムにおいて、まず図中に符号100に示す3次元物体の画像認識処理部の動作について説明する。

【0024】まず、テレビカメラに代表される画像入力処理部2を用いて識別対象物体1をある視点位置から観測し、その時に得られる2次元画像を入力パターンとしてパターン正規化処理部3に入力する。そして、このパターン正規化処理部3において、入力パターンの濃度分布、画像中の対象物体の位置、大きさ等に関する正規化処理を行い、識別処理の対象となる正規化パターンを形成する。

【0025】ここで、識別対象物体として人物の顔を想定し、ほぼ正面を向いた顔のカラー入力画像に対して正規化処理を行う場合を考えると、パターン正規化処理部3において行う正規化処理としては、文献“顔基準点抽出方法”（特願平3-144540号、発明者：佐々木、赤松、末永）に提案されている方法を用いることができる。

【0026】このようにした形成された正規化パターンは、特徴抽出処理部4に入力され、ここで数学的には多次元ベクトル*X*として表記される特徴パターン*X*が抽出される。

【0027】ここで、2次元濃淡画像として得られた顔の正規化パターンに対して、識別に有効な特徴パターン*X*を求める処理には様々な手法が可能であるが、ここでは次の文献〔1〕に記載の濃淡パターンをブロック分割したモザイク化特徴や、文献〔2〕に記載のKL展開で次元圧縮した展開係数ベクトルなどによる手法を用いている。

【0028】文献〔1〕 小杉：“ニューラルネットを用いた顔画像の識別と特徴抽出”、

情報処理学会CV研究会資料73-2、1991.7

文献〔2〕 赤松 他：“KL展開によるパターン記述法の顔画像識別への応用の評価”、信学技報PRU90

-52、1991.3

このようにして抽出された特徴パタンXは照合処理部5に入力される。

【0029】照合処理部5では、識別辞書6に格納された複数の対判定識別関数の各々に対して入力された特徴パタンXを代入することにより、該識別対象物体1が、対判定識別関数の定める2つのカテゴリのいずれに近いかを示す定量的な評価尺度を求める。

【0030】ここで、この実施例が識別する対象物体1のカテゴリを、C<sub>1</sub>からC<sub>N</sub>のN個とすると、識別辞書6

$$\begin{aligned} y = a_{ij}X &< \theta_{ij} \rightarrow X \in \text{カテゴリ } C_i \\ &\geq \theta_{ij} \rightarrow X \in \text{カテゴリ } C_j \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、

X : 特徴パタンを表すN次元ベクトル

a<sub>ij</sub> : N次元係数ベクトル

θ<sub>ij</sub> : 判別いき値

であり、a<sub>ij</sub>、θ<sub>ij</sub>は対判定識別関数F<i, j>を定めるパラメータである。

【0033】また、識別対象物体1から得られる特徴パタンXがカテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>のいずれに近いかの評価尺度を上記の線形判別関数を用いて定量的に与える方法としては、以下に示す対判定重み関数W<sub>ij</sub>(i, X)、W<sub>ij</sub>(j, X)を考えることができる。

【0034】ここで、対判定重み判定W<sub>ij</sub>(i, X)とは、カテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>の2つのクラス間の判別のためには用意された上記(1)式の線形判別関数が特徴パタンXに対してとる値に基づいて、該特徴パタンXのカテゴリC<sub>i</sub>らしさを数値化して与えるために定義された関数であって、該線形判別関数を定めるパラメータa<sub>ij</sub>、θ<sub>i</sub>、j、および、カテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>の学習サンプルの各々について求められる射影値y = a<sub>ij</sub>Xの平均、分散という統計量によって定義されるものである。

【0035】カテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>の2クラス間の判別結果が、カテゴリC<sub>i</sub>と判別されるか否かの二者択一を表す2値情報として与えられるような対判定重み関数W<sub>ij</sub>(i, X)の最もシンプルな実施例を、射影値yに対する関数のグラフとして図2に示す。同様にW<sub>ij</sub>(i, X)についても類似した関数を考えることができる。

【0036】上記の例に示したような任意の2つのカテゴリ間の対判定識別関数F<i, j>を、その2クラスの学習サンプルから定める方法については、本発明における識別辞書の作成機能に関する説明の箇所で述べることにする。

【0037】次に、照合処理部5では、識別辞書6にその対判定識別関数が格納された任意のカテゴリ対に関する対判定処理の結果として、特徴パタンXの前記対判定重み関数の値がそれぞれ得されることになる。任意の特徴パタンXに対する該対判定処理の結果を識別判定処理部7に与える方法の一例としては、N×Nの2次元配列である対判定結果テーブルPCTを用意し、これに以下

には、N個のカテゴリのうちで任意の2つを選ぶ組み合わせにより最大でN C<sub>2</sub>個の対判定識別関数が用意される。そのうち、任意のカテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>に対する対判定識別関数F<i, j>をF<i, j>で表すことにする。ここでは一般性を失うことなく条件i < jを加えることができる。

【0031】対判定識別関数F<i, j>の例としては、以下に示す線形判別関数がある。

【0032】

【数1】

$$\begin{aligned} X \in \text{カテゴリ } C_i & \\ X \in \text{カテゴリ } C_j & \end{aligned} \quad (1)$$

のような値を設定して引き渡す方法を用いることができる。

【0038】任意のi < jに対して、

【0039】

【数2】

$$PCT(i, j) = W_{ij}(i, X) \quad (2)$$

$$PCT(j, i) = W_{ij}(j, X) \quad (2)$$

とする。

【0040】この場合、対判定テーブルPCTの(i, j)成分の値は、カテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>の2つのクラス間で対比した時、識別対象物体1の特徴パタンXがカテゴリC<sub>i</sub>と判定される程度を表しているものと考えることができる。

【0041】識別判定処理部7では、照合処理部5において各カテゴリ対ごとの対判定処理によって得られた結果に基づいた総合判定処理によって識別結果10の決定を行う。

【0042】識別判定処理部7における総合判定処理の一実施例として、前記の対判定結果テーブルPCTを用いる方法を図3に示す。

【0043】まず、2次元配列として与えられるPCT(i, j)のあるiに対する各成分の値をj方向に加算した値SUM(i)を求める。ここで、対角成分PCT(i, i)は本来意味を持たないので、加算時にスキップするかあるいはあらかじめ値0をセットしておけばよい。得られた配列SUM(i)のうちで、最大値MaxSUM(i)を与えるi<sub>Max</sub>に対応するカテゴリC<sub>i</sub><sub>Max</sub>を、特徴パタンXに対する識別結果10として出力する。

【0044】次に、識別辞書6の作成処理の動作について説明する。なおここでは、2つのカテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>間の対判定識別関数F<i, j>を求めるプロセスに即して説明する。

【0045】まず、2つのカテゴリC<sub>i</sub>、C<sub>j</sub>の3次元物体の代表的なサンプルとして、標本物体91、92をそれぞれ選び、その3次元物体91、92の表面の形状と色を同時に計測できる3次元スキャナ93を用いて、該標本物体91、92を3次元計測することにより、カテ

ゴリ  $C_i, C_j$  の 3 次元 CG モデルを 94, 95 をそれぞれ作成する。この 3 次元 CG モデル 94, 95 を原データとして、コンピュータグラフィックスを用いた変形画像生成処理部 96 に入力することで、3 次元空間中の任意の視点から標本物体 91, 92 を眺めた時に得られる 2 次元画像を作成する。その際、3 次元 CG モデル 94, 95 に与える変形パラメータ、ならびに、標本物体 91, 92 の 2 次元画像を生成する時の姿勢条件、視点の位置、照明条件等を定める画像生成パラメータを制御し、その条件を変えて画像生成処理を繰り返すことにより、2 つのカテゴリ  $C_i, C_j$  の標本物体 91, 92 について、多様な変動要因を反映した多数の 2 次元画像からなる変形パターンデータベース 97, 98 を形成する。

【0046】以上のプロセスの実現に不可欠な 3 次元物体の表面の形状と色情報の同時計測が可能な 3 次元スキャナ 93 については、以下の文献 [3] に記載されているので、ここでは説明を省略する。

【0047】文献 [3] 末永、渡部：“3D 形状と輝度（色）の同時計測が可能なスキャナとその顔画像計測への応用”、情報処理学会 CV 研究会資料 67-5, 1990. 7. 19。

【0048】また、3 次元 CG モデル 94, 95 を原データとして、画像生成パラメータを一定の制御の元で変化させることによって、多様な変動要因を反映した多数の 2 次元画像を生成してデータベース 97, 98 を作成する方法についても、すでに文献 [4] に明らかにしているので、ここでは説明を省略する。

【0049】文献 [4] 赤松 他：“画像認識システムのサンプル画像収集方法”、特願平 3-17613

$$a_{ij} = c \sum_{w=1}^n \delta_{ij} \quad (c \text{ は任意の定数}) \quad (3)$$

【0055】

$$\delta_{ij} = \overline{X_i} - \overline{X_j}$$

但し、 $\overline{X_i}, \overline{X_j}$  は、それぞれカテゴリ  $C_i, C_j$  の学習サンプルの特徴パターン  $X$  の平均ベクトルである。

【0056】

$$\Sigma_w = \omega_i \cdot \Sigma_i + \omega_j \cdot \Sigma_j$$

【0057】

$$\omega_i = M_i / (M_i + M_j), \omega_j = M_j / (M_i + M_j) \quad (6)$$

ここで、 $M_i, M_j$  は、それぞれカテゴリ  $C_i, C_j$  の学習サンプルの標本数である。 $\Sigma_i, \Sigma_j$  は標本共分散行列である。

【0058】以上、本発明を、主に人物の顔を識別の対象とする場合の画像認識システムにおける実施例に基づいて具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々変更し得ることは言うまでもない。

【0059】例えば、識別対象物体 1 について画像入力処理部 2 によって得られる入力画像としては、TV カメ

号。

【0050】次に、カテゴリ  $C_i, C_j$  のそれぞれについて生成された変形パターンデータベース 97, 98 の各サンプル画像に対して、前述の画像認識処理の場合と同様にして、パターン正規化処理部 99 と特徴抽出処理部 100 によって正規化、特徴抽出処理を行い、カテゴリ  $C_i$  の特徴パターンの標本集合  $\{X_i\}_{101}$ 、ならびに、カテゴリ  $C_j$  の特徴パターンの標本集合  $\{X_j\}_{102}$  を求める。

【0051】次に、特徴パターン  $X$  の標本集合  $\{X_i\}_{101}, \{X_j\}_{102}$  を基に、対判定識別関数算出部 103 において、2 つのカテゴリ  $C_i, C_j$  間の対判定識別関数  $F < i, j >$  (符号 61 で示す) を定めるパラメータを計算する。そのプロセスとしては、前記 (1) 式に示した線形判別関数を求める Fisher の方法を用いることができる。これについては、以下の文献 [5] に記載されているので、ここでは本手法による線形判別関数のパラメータの決定法の結果のみを引き続いて以下に示す。

【0052】文献 [5] 大津：“パターン認識における特徴抽出に関する数理的研究”、電総研研究報告第 818 号、1981。

【0053】カテゴリ  $C_i, C_j$  という 2 つのクラスを識別するための Fisher 線形判別関数  $y = a_{ij}X$  の係数ベクトル  $a_{ij}$  は、該 2 つのカテゴリの学習サンプルの特徴パターン  $X$  の標本集合  $\{X_i\}_{101}, \{X_j\}_{102}$  とから、以下の式によって導かれる。

【0054】

【数 3】

【数 4】

(4)

【数 5】

(5)

【数 6】

ラ等の通常の画像入力機器によって得られる濃淡あるいはカラー画像に限定されるものではない。本発明での識別辞書 6 の作成処理において、3 次元スキャナ 93 によって計測される対象物体の 3 次元 CG モデル 94, 95 は表面の形状の情報をほぼ完全に保持しているので、本発明による画像認識法は、測定点から対象物体までの距離を 2 次元画像化したレンジ画像（距離画像）を入力とする画像認識システムについても有効であることは言うまでもない。

【0060】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、まず第1に、3次元CGモデルに基づく生成画像を識別辞書作成用の学習サンプルとして用いることにより、照明の照射方向等の照明条件の変化、対象物体自身の変形、対象物体の姿勢の変化、あるいは視点位置の変化によって入力画像に生ずると予想される、同一カテゴリ内での特徴パターンの多様な変動に対して、それをほぼ完全にカバーする学習サンプルを用意することが可能となる。

【0061】また、第2には、各カテゴリ対に対して、その変動パターンを最良に判別し得る対判定識別関数を求め、それらの総合的な組み合わせによって多クラス間の識別を行うという方法を採用したことにより、多様な変動を含むパターンの識別を、小容量の識別辞書で行うことが可能になると共に、3次元CGモデルから生成された画像を用いる学習サンプルと実際に対象物体を撮影して得られる識別処理での入力画像との間の画像品質の違いを吸収することが容易となる。

【0062】この結果、対象画像の濃淡情報分布を直接または間接に特徴パターンとして識別しようとする画像認識システムにおいて、対象物体の変形、証明条件の変化など様々な変動要因に対してロバストな画像認識が可能となる優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を適用した3次元物体の画像認識システムの一実施例を示すブロック図である。

【図2】 図1の実施例の照合処理部において使用する対判定重み関数の例を示す説明図である。

【図3】 図1の実施例の識別判定処理部における総合判定処理を説明するための説明図である。

【図4】 従来の3次元画像認識法を適用した3次元物体の画像認識システムのブロック図である。

【符号の説明】

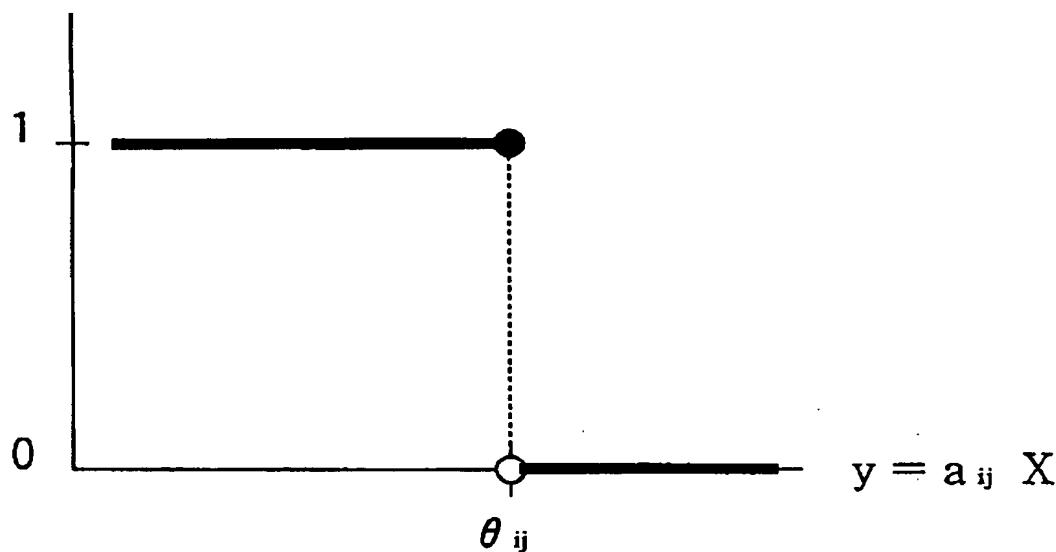
10 1…任意の識別対象物体、2…画像入力処理部、3…パターン正規化処理部、4…特徴抽出処理部、5…照合処理部、6…識別辞書、7…識別判定処理部、9…識別辞書の作成処理部、10…識別結果、61…カテゴリC<sub>i</sub>とC<sub>j</sub>に関する対判定識別関数の1つ、91…カテゴリC<sub>i</sub>の学習サンプルの標本物体、92…カテゴリC<sub>j</sub>の学習サンプルの標本物体、93…3次元スキャナ、94…標本物体91の3次元CGモデル、95…標本物体92の3次元CGモデル、96…変形画像生成処理部、97…カテゴリC<sub>i</sub>の変形パターンデータベース、98…カテゴリC<sub>j</sub>の変形パターンデータベース、99…パターン正規化処理部、100…特徴抽出処理部、101…カテゴリC<sub>i</sub>の特徴パターンの標本集合{X<sub>i</sub>}、102…カテゴリC<sub>j</sub>の特徴パターンの標本集合{X<sub>j</sub>}、103…対判定識別関数算出処理部。

20

【図2】

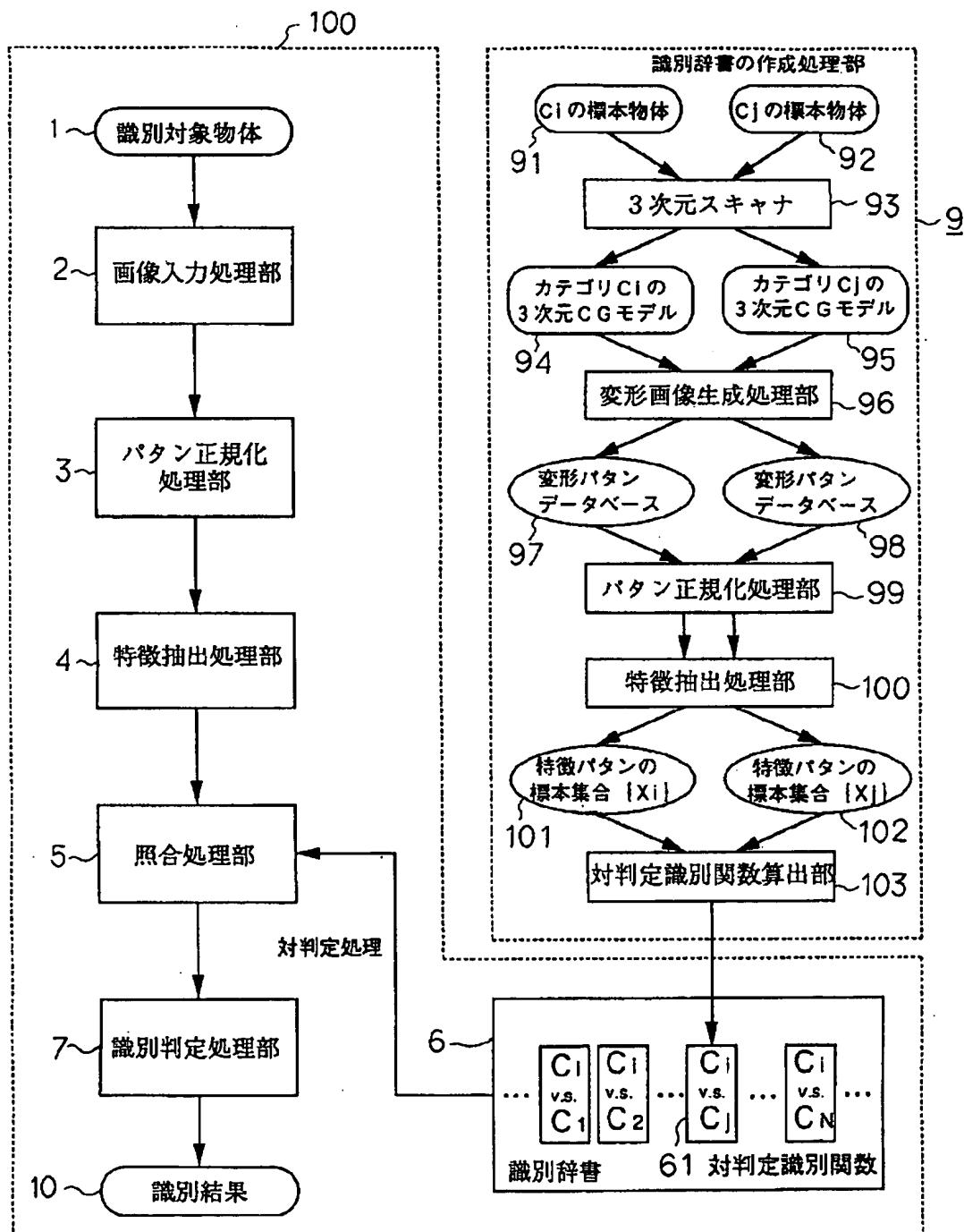
図2

対判定重み関数  
W<sub>ij</sub> ( i 、 X )



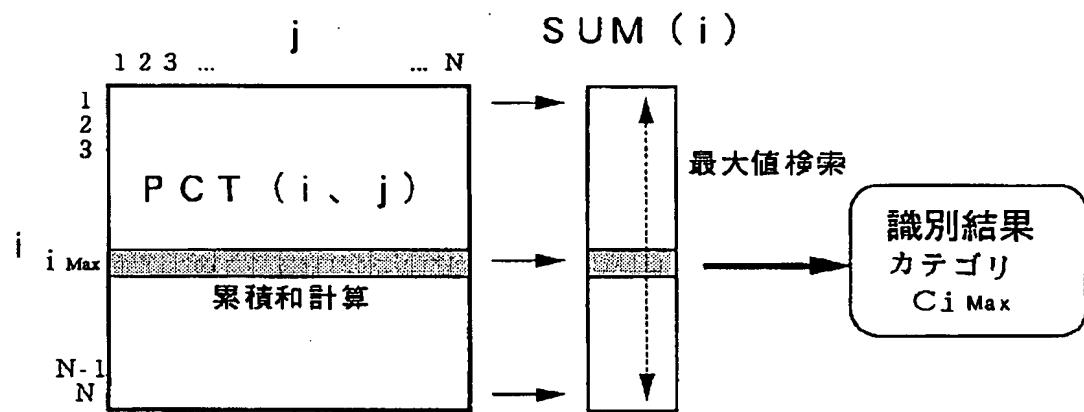
【図 1】

図 1



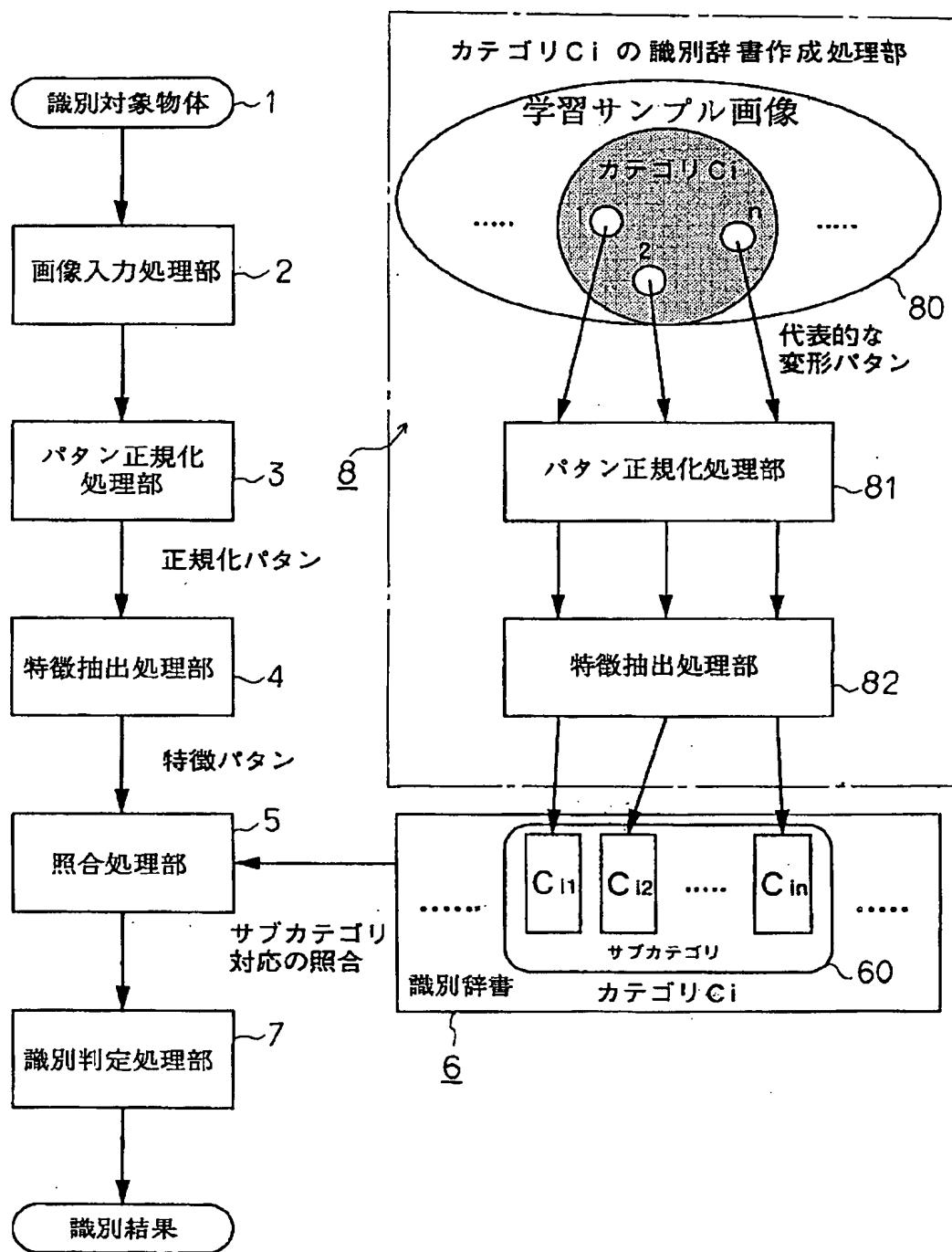
【図3】

図 3



【図4】

図 4



フロントページの続き

(72)発明者 末永 康仁  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内